

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-170788  
(P2001-170788A)

(43)公開日 平成13年6月26日(2001.6.26)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 23 K 26/06

識別記号

F I  
B 23 K 26/06

テマコト<sup>\*</sup>(参考)  
C 2K002  
E 4E068

G 02 F 1/37  
H 01 S 3/00  
3/109

G 02 F 1/37  
H 01 S 3/00  
3/109

5 F 072  
B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-352384

(22)出願日 平成11年12月10日(1999.12.10)

(71)出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 河野 公志  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 谷口 靖  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74)代理人 100077481  
弁理士 谷 義一 (外1名)

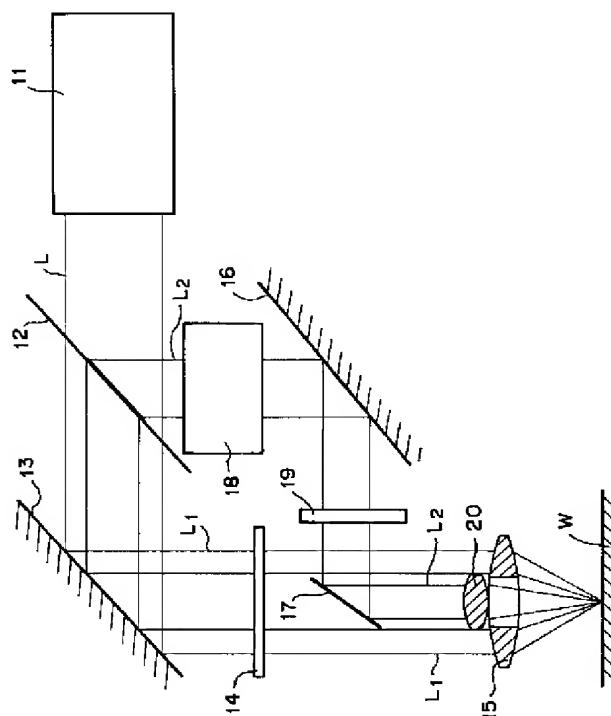
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザー加工方法およびその装置

(57)【要約】

【課題】 波長の異なる2種類のレーザービームを発振するために2種類のレーザー光源を用意する必要があり、そのための設備投資に要する費用が嵩む上、そのための設置スペースも確保する必要があり、設備のコンパクト化が困難である。

【解決手段】 単一のレーザービームLを発振するレーザー光源11と、このレーザー光源11から発振したレーザービームLを2つのレーザービームL<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>に分けるビームスプリッタ12と、一方のレーザービームL<sub>1</sub>をそのままワークWの加工面に向けて集光させる第1の集光光学系14と、他方のレーザービームL<sub>2</sub>を波長変換する非線形光学系18と、この非線形光学系18によって波長変換されたレーザービームL<sub>2</sub>をワークWの加工面に向けて集光させる第2の集光光学系20とを具える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一のレーザービームを2つに分けるステップと、

一方のレーザービームをそのままワークの加工領域に集光するステップと、

他方のレーザービームを波長変換して前記ワークの加工領域に集光するステップとを具えたことを特徴とするレーザー加工方法。

【請求項2】 他方のレーザービームは、一方のレーザービームの高次高調波であることを特徴とする請求項1に記載のレーザー加工方法。

【請求項3】 一方のレーザービームによってワークを加工した後、他方のレーザービームによってワークを加工することを特徴とする請求項2に記載のレーザー加工方法。

【請求項4】 前記单一のレーザービームは、赤外領域のレーザービームであることを特徴とする請求項2または請求項3に記載のレーザー加工方法。

【請求項5】 波長変換された前記他方のレーザービームは、可視領域または紫外領域のレーザービームであることを特徴とする請求項4に記載のレーザー加工方法。

【請求項6】 単一のレーザービームを発振するレーザー光源と、

このレーザー光源から発振したレーザービームを2つのレーザービームに分けるビームスプリッタと、

一方のレーザービームをそのままワークの加工面に向けて集光させる第1の集光光学系と、

他方のレーザービームを波長変換する非線形光学系と、この非線形光学系によって波長変換されたレーザービームを前記ワークの加工面に向けて集光させる第2の集光光学系とを具えたことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項7】 前記レーザー光源は、赤外領域のレーザービームを発振することを特徴とする請求項6に記載のレーザー加工装置。

【請求項8】 前記非線形光学系は、赤外領域のレーザービームを可視領域または紫外領域のレーザービームに変換することを特徴とする請求項7に記載のレーザー加工装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザービームをワークに照射して切断や穴あけなどの除去加工を行うためのレーザー加工方法およびこのレーザー加工方法を実現し得るレーザー加工装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザー加工は、あらゆる固体に対する除去加工をほとんど瞬時に行うことが可能であり、特に難削材や複合材料の切断あるいは微小な穴あけ加工などに有効である。このようなレーザー加工に用いられるレーザー光源としては、波長が10.6μmのCO<sub>2</sub>レーザー

一発振器や波長が1.06μmのYAGレーザー発振器などが知られており、これらは連続出力のものおよびパルス出力のもの両方がある。

【0003】このようなレーザー加工において、加工効率の向上や加工面の品質向上などを企図して波長が異なる2種類のレーザービームを用いて加工を行うことが試みられており、例えば特開昭62-289390号公報に開示されているように、金属加工においてはワークである金属に対して反射率の低い低出力の短波長レーザービームでワークの表面をまず溶融させ、次に大出力の長波長レーザービームで所定形状にワークを加工したり、あるいは大出力の長波長レーザービームでワークを加工した後、短波長レーザービームを照射して仕上げ加工を行っている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】特開昭62-289390号公報に開示された従来のレーザー加工方法では、加工効率の向上や加工面の品質向上などを企図して波長の異なる2種類のレーザービームを使用する場合、これに対応して2種類、例えば長波長レーザービームを発振するCO<sub>2</sub>レーザー発振器やYAGレーザー発振器と、短波長レーザービームを発振する紫外線レーザー発振器とを用いる必要があり、そのための設備投資に要する費用が嵩む上、そのための設置スペースも確保する必要があり、設備のコンパクト化が困難である。

## 【0005】

【発明の目的】本発明の目的は、単一のレーザー光源から波長の異なる2種類のレーザービームを用いてレーザー加工を行い得る方法およびこの方法を実現し得るレーザー加工装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の形態は、単一のレーザービームを2つに分けるステップと、一方のレーザービームをそのままワークの加工領域に集光するステップと、他方のレーザービームを波長変換して前記ワークの加工領域に集光するステップとを具えたことを特徴とするレーザー加工方法にある。

## 【0007】

【0007】本発明によると、2つに分けられたうちの一方のレーザービームをそのままワークの加工領域に集光して所定の加工を行い、さらに他方のレーザービームを波長変換してワークの加工領域に集光し、所定の加工を行う。

【0008】本発明の第2の形態は、単一のレーザービームを発振するレーザー光源と、このレーザー光源から発振したレーザービームを2つのレーザービームに分けるビームスプリッタと、一方のレーザービームをそのままワークの加工面に向けて集光させる第1の集光光学系と、他方のレーザービームを波長変換する非線形光学系と、この非線形光学系によって波長変換されたレーザービームを前記ワークの加工面に向けて集光させる第2の

集光光学系とを具えたことを特徴とするレーザー加工装置にある。

【0009】本発明によると、レーザー光源から発振された单一のレーザービームは、ビームスプリッタによって2つのに分けられ、一方のレーザービームを第1の集光光学系によってワークの加工面に集光して所定の加工を行う一方、他方のレーザービームを非線形光学系を通して波長変換し、これを第2の集光光学系によってワークの加工面に集光し、所定の加工を行う。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の第1の形態によるレーザー加工方法において、他方のレーザービームは、一方のレーザービームの高次高調波であってもよく、この場合、一方のレーザービームによってワークを加工した後、他方のレーザービームによってワークを加工することが好ましい。

【0011】また、单一のレーザービームは、赤外領域のレーザービームであってもよく、この場合、波長変換された他方のレーザービームは、可視領域または紫外領域のレーザービームであってよい。

【0012】本発明の第2の形態によるレーザー加工装置において、レーザー光源が赤外領域のレーザービームを発振するものであってもよく、この場合、非線形光学系は、赤外領域のレーザービームを可視領域または紫外領域のレーザービームに変換するものであることが好ましい。

【0013】

【実施例】本発明によるレーザー加工方法を実現し得る本発明によるレーザー加工装置の一実施例について、図1～図3を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこのような実施例に限らず、この明細書の特許請求の範囲に記載された本発明の概念に包含されるべき他の技術にも応用することができる。

【0014】本実施例におけるレーザー加工装置の概念を表す図1に示すように、本実施例におけるレーザー光源11は、ここから発振されるレーザービームしが1.064μmの赤外領域の波長を持つ40ワットの出力のYAGレーザー発振器であり、図示しないコリメート光学系により所定の径の平行光束に変換されている。このレーザービームLの光路の途中には、中央部が全反射面となったビームスプリッタ12が光路に対して45度傾斜して設けられ、このビームスプリッタ12はレーザー光源11から出射したレーザービームLの中央部分のみ全反射し、残りはそのまま透過するようになっている。

【0015】ビームスプリッタ12の後方には、このビームスプリッタ12を透過したリング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>を全反射する全反射鏡13がその光路に対して45度傾斜して設けられており、さらに全反射鏡13の先には、リング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>の光路を開閉するためのシャッタ14と、このシャッタを通過し

たリング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>をワークであるプリント回路板Wに集光してそこにスルーホールH（図2参照）を形成させるためのリング状の集光レンズ15とが配置されている。

【0016】本実施例におけるプリント回路板Wは、60μmの膜厚の絶縁層W<sub>B</sub>の両面に18μmの膜厚の銅箔W<sub>C</sub>をコーティングしたフレキシブルプリント回路板であり、集光レンズ15の光軸に対して垂直な面内を移動可能な図示しないX-Yステージに保持され、所定個所にスルーホールHが形成される。

【0017】前記ビームスプリッタ12によって全反射した円形断面のレーザービームL<sub>2</sub>の光路の途中には、この光路に対して45度傾斜した全反射鏡16が配置され、さらにこの全反射鏡16の先には、当該全反射鏡16と平行な反射面を有する全反射鏡17が集光レンズ15の光軸上に配置されている。この全反射鏡17は、前記シャッタ14と集光レンズ15との間のリング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>の光路に対して45度傾斜した状態となっており、リング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>を遮らないような寸法に設定されている。前記ビームスプリッタ12と全反射鏡16との間の円形断面のレーザービームL<sub>2</sub>の光路の途中には、これを例えれば3次高調波である紫外領域の355μmの波長に変換する非線形光学系18が介装されている。本実施例における非線形光学系18は、KDP（リン酸二水素カリウム）を用いており、レーザー光に対する高調波発生素子として周知のものであり、他の周知のものを採用することも当然可能である。また、2つの全反射鏡16, 17の間の円形断面のレーザービームL<sub>2</sub>の光路の途中には、円形断面のレーザービームL<sub>2</sub>の光路を開閉するためのシャッタ19が介装され、さらに全反射鏡17の先にはこの全反射鏡17で全反射した円形断面のレーザービームL<sub>2</sub>をプリント回路板Wに集光し、リング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>によって形成されたスルーホールHの仕上げ加工を行なうための集光レンズ20が配置されている。

【0018】実際の作業に際しては、プリント回路板Wを位置決めし、シャッタ14を開くと共にシャッタ19を閉じ、リング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>をプリント回路板Wの所定位置に例えば30ショットパルス照射して図2に示すようなスルーホールHを穿設する。次いでシャッタ14, 19の開閉状態を切り換え、円形断面のレーザービームL<sub>2</sub>を用いて先の加工位置と同じ位置に例えれば31ショットパルス照射し、図3に示すようにスルーホールHの内壁の凹凸や炭化物を除去して仕上げ加工を行い、内径が100μmのスルーホールHを形成した。

【0019】このように、実施例では円形断面のレーザービームL<sub>2</sub>でスルーホールHの内壁の仕上げ加工を行うようにしたが、リング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>の

光路の途中に非線形光学系18を配置し、円形断面のレーザービームL<sub>2</sub>によってプリント回路板Wの所定位置にスルーホールHを形成し、これに続いてリング状断面のレーザービームL<sub>1</sub>によりスルーホールHの仕上げ加工を行うようにしてもよい。また、ワークやワークに対する加工の形態によっては2つのレーザービームL<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>を同時にワークに照射することも可能である。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明によると、単一のレーザービームを2つに分け、一方のレーザービームをそのままワークの加工領域に集光して第1の加工を行い、他方のレーザービームを波長変換してワークの加工領域に集光して第2の加工を行うようにしたので、高価なレーザー発振器を2種類用意する必要がなくなり、設備コストや設置スペースを削減することが可能となり、装置のコンパクト化を企図することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレーザー加工装置の一実施例の概略構造を表す概念図である。

【図2】両面銅張り板のプリント基板をYAGレーザーの基本波でプリント基板に穴明け加工した時の加工図である

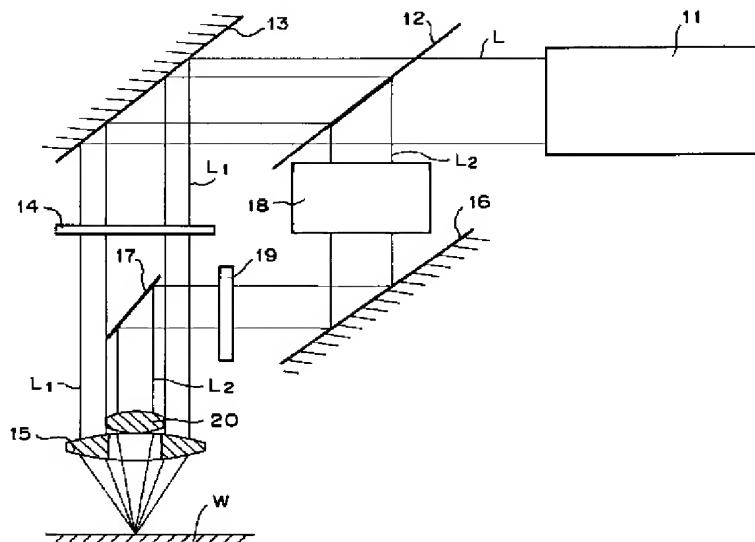
る。

【図3】YAGレーザーの基本波でプリント基板に穴明け加工後、YAGレーザーの第3高調波で加工した時の加工図である。

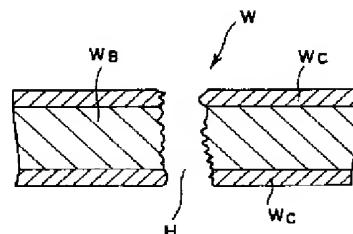
#### 【符号の説明】

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 11             | レーザー光源         |
| 12             | ビームスプリッタ       |
| 13             | 全反射鏡           |
| 14             | シャッタ           |
| 15             | 集光レンズ          |
| 16             | 17 全反射鏡        |
| 18             | 非線形光学系         |
| 19             | シャッタ           |
| 20             | 集光レンズ          |
| L              | レーザービーム        |
| L <sub>1</sub> | リング状断面のレーザービーム |
| L <sub>2</sub> | 円形断面のレーザービーム   |
| H              | スルーホール         |
| W              | プリント回路板        |
| W <sub>B</sub> | 絶縁層            |
| W <sub>C</sub> | 銅箔             |

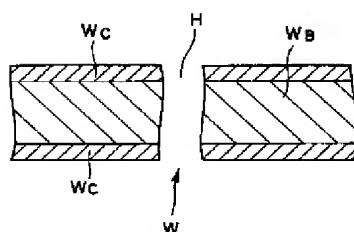
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.C1.<sup>7</sup>  
// B 2 3 K 101:42

識別記号

F I  
B 2 3 K 101:42

テマコト<sup>1</sup> (参考)

F ターム(参考) 2K002 AA04 AB12 CA04 HA20  
4E068 CA04 CD03 CD05 CD10  
5F072 AB01 KK12 MM07 MM08 MM09  
QQ02 RR01 RR05 YY06

**PAT-NO:** JP02001170788A

**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2001170788 A

**TITLE:** METHOD OF LASER MACHINING AND  
DEVICE THEREFOR

**PUBN-DATE:** June 26, 2001

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
-------------	----------------

KONO, MASAYUKI	N/A
----------------	-----

TANIGUCHI, YASUSHI	N/A
--------------------	-----

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
-------------	----------------

CANON INC	N/A
-----------	-----

**APPL-NO:** JP11352384

**APPL-DATE:** December 10, 1999

**INT-CL (IPC):** B23K026/06 , G02F001/37 , H01S003/00 , H01S003/109

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem that two kinds of laser beam sources are necessary to oscillate two kinds of laser beams having different wavelengths, the expenses for an investment in equipment increase, a larger space for installation is required and the equipment is hardly made compact.

**SOLUTION:** The device is provided with a laser beam source 11 which oscillated a single laser beam L, a beam splitter 12 which splits the laser beam L oscillated by the laser beam source 11 into two laser beams L1 and L2, a first converging optical system 14 which directly converges one laser

beams L1 onto the worked surface of a work W, a non-linear optical system 18 which converts the wavelength of the other laser beam L2, and a second converging optical system 20 which converges the laser beam L2 whose wavelength has been converted by the non-linear optical system 18 onto the worked surface of the work W.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO